

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ _____ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напряму підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144 Теплоенергетика)

на тему: «Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ТП - 51

Виконав _____ Подоба Ігор Владиславович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ проф., д.т.н. Пуховий Іван Іванович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 51 62 013 ПЗ	Пояснювальна записка	57	
3	A1	ТП 51 62 013 001ТМК	Теплова схема котельні	1	
4	A1	ТП 51 62 013 002ТМК	Компоновка обладнання	1	
5	A1	ТП 51 62 013 003ТМК	Компоновка обладнання (розріз А-А)	1	
6	A1	ТП 51 62 013 004ТМК	Компоновка обладнання (розріз Б-Б)	1	

				ТП 51 62 013		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Подоба			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Пуховий					1
Консульт.	-				КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. ТПТ, Гр. ТП – 51	
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний
Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки
Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»
(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Г.Б.Варламов
(підпис)
«___» _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Подобі Ігору Владиславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу
керівник проекту Пуховий Іван Іванович проф., д.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. №___

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту Котельня шкіряного заводу в місті Вознесенськ, максимальний відпустку теплоти на опалення і вентиляцію 1.8 МВт із температурним графіком 85/60 °С, максимальний відпустку теплоти на гаряче водопостачання 0.081 МВт.

4. Зміст пояснювальної записки Вступ, розрахунок теплових навантажень котельні, теплова схема котельні, вибір обладнання котельні, розрахунок горіння палива, охорона праці, висновок.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Теплова схема котельні, компоновка обладнання, розріз А-А, розріз Б-Б.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунок теплових навантажень котельні	23.05.2019	
2	Теплова схема котельні	28.05.2019	
3	Вибір обладнання котельні	5.06.2019	
4	Розрахунок горіння палива	10.06.2019	
5	Охорона праці	11.06.2019	
6	Графічний матеріал	12.06.2019	
7	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2019	

Студент

(підпис)

Подоба І.В.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Пуховий І.І.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу»: пояснювальна записка на 57 с., 7 рис., 9 табл., 7 бібліографічних найменувань; креслень – 4 арк. ф. А1.

Мета проекту – розрахувати та підібрати обладнання для котельні забезпечення її усіх вимог та потреб.

Використані методики теплових, аеродинамічних та гідравлічних розрахунків теплотехнологічного і санітарно-технічного обладнання.

Були приведені розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання; розрахунки теплової схеми котельні. Було вибрано основне та допоміжне обладнання.

В якості альтернативних джерел енергії було прийнято рішення встановити на даху котельні сонячні колектори, які зможуть забезпечити потреби гарячого водопостачання в сонячні дні.

Котельня повністю покриває потреби системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також технологічної потреби у воді.

Показано що альтернативні джерела енергії потрібно використовувати в подальшому, бо це дає можливість нашій Україні значно зменшити залежність її економіки від імпорту енергоресурсів.

На кресленнях наведені схеми котельні і компоновка вибраного обладнання, та два розрізи А-А, Б-Б

Ключові слова: котельня, насос, опалення, пальнишки, пальник, нагрівання, бак акумулятор, сонячний колектор, нагрівальний прилад, теплота, температура.

SUMMARY

Diploma project of the first (Bachelor) level of higher education on the topic: «Reconstruction of boiler room was developed Voznesenskogo skins of factory»: Explanatory note for 57 p., 7 figures, 9 tables, 7 bibliographic names; drawings - 4 arcs. f. A1

The purpose of the project is to calculate and choose equipment for the boiler house to ensure its all requirements and needs.

Used methods of thermal, aerodynamic and hydraulic calculations of heat engineering and sanitary equipment.

Calculation of heat load of consumers for heating, ventilation, hot water supply were given; calculations of the heating scheme of the boiler house. The main and auxiliary equipment was selected.

As alternative sources of energy, it was decided to install solar collectors on the roof of the boiler house, which will be able to meet the needs of hot water supply on sunny days.

The boiler room fully covers the needs of the heating, ventilation, hot water and technological needs in the water.

It is shown that alternative sources of energy need to be used in the future, because it enables our Ukraine to significantly reduce the dependence of its economy on imports of energy resources.

The drawings are diagrams of the boiler house and the arrangement of the selected equipment, and two sections A-A, B-B

Keywords: boiler-house, pump, heating, burners, burner, heating, tank accumulator, solar collector, heating device, heat, temperature

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему: «Реконструкция котельной Вознесенского кожевенного завода»: пояснительная записка на 57 с., 7 рис., 9 табл., 7 библиографических наименований чертежей - 4 л. ф. А1.

Цель проекта - рассчитать и подобрать оборудование для котельной обеспечения ее всех требований и потребностей.

Использованные методики тепловых, аэродинамических и гидравлических расчетов теплотехнологического и санитарно-технического оборудования.

Были приведены расчеты тепловых нагрузок потребителей на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение; расчеты тепловой схемы котельной. Было выбрано основное и вспомогательное оборудование.

В качестве альтернативных источников энергии было принято решение установить на крыше котельной солнечные коллекторы, которые смогут обеспечить нужды горячего водоснабжения в солнечные дни.

Котельная полностью покрывает потребности системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологической потребности в воде.

Показано что альтернативные источники энергии нужно использовать в дальнейшем, поскольку это дает возможность нашей Украине значительно уменьшить зависимость ее экономики от импорта энергоресурсов.

На чертежах приведены схемы котельной и компоновка выбранного оборудования, и два разреза А-А, Б-Б

Ключевые слова: котельная, насос, отопление, пальники, горелка, нагрев, бак аккумулятор, солнечной коллектор, нагревательный прибор, теплота, температура.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів.....	8
Вступ.....	10
1 Розрахунок теплових навантажень котельні.....	11
2 Теплова схема котельні.....	15
2.1 Опис теплової схеми котельні.....	15
2.2 Вихідні дані до розрахунків.....	16
2.3 Розрахунок теплової схеми котельні.....	17
3 Вибір обладнання котельні.....	22
3.1 Водогрійні котли.....	22
3.2 Газові пальники.....	26
3.3 Насосне обладнання.....	27
3.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання з використанням сонячних колекторів...29	
3.5 Розрахунок бака акумулятора для системи гарячого водопостачання.....	35
4 Розрахунок горіння палива.....	38
5 Охорона праці.....	43
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання.....	43
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	46
5.3 Технічні рішення з питань пожежної безпеки.....	50
Висновки.....	54
Список використаної літератури.....	55
Додаток А	
Список наукових праць і творчих досягнень.....	56
Додаток Б	
Перевірка дипломного проекту на академічний плагіат.....	57

					ТП 51 62 013 ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.		Дата					
Студент	Полоба				Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу з використанням контактнo-поверхневих теплогенераторів і сонячних колекторів Пояснювальна записка	Лит.	Арк.	Архівів	
РЧКОВОЛ.	Пуховий						7		
Н.Контр.	Боженко					НТУУ «КПІ », ТЭФ, каф. ТПТ			
Осмотр									
Зав. Каф.	Варламов								

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів

Умовні позначення

d, D – діаметр;
 l, L – довжина;
 δ – товщина;
 h, H – висота;
 F – площа поверхні;
 f – площа поперечного розрізу;
 t – температура;
 T – температура;
 Δt – температурний напір;
 p – тиск;
 G – витрата рідини;
 w, W – швидкість;
 Q – тепловий потік;
 α – коефіцієнт тепловіддачі;
 k – коефіцієнт теплопередачі;
 c – теплоємність;
 λ – коефіцієнт теплопровідності;
 ρ – густина;
 ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 g – прискорення вільного падіння.

Індекси

Нижні:

о – опалення;
макс –максимальний;
сер –середній;
вн – внутрішній;
р– розрахункова;
річн –річна;
п – повітря;

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						8
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

гв – гаряча вода;

хв – холодна вода;

зовн – зовнішній;

сист – система;

вит – витікання;

м.п – мережевий підігрівник;

в.к – водогрійний котел;

пер – перепуск;

рец – рециркуляція;

зав – завантаження;

м – мережа;

мн – мережний насос;

в – вода;

тр – трубопроводи.

Верхні:

л – літній період;

тах – максимальний;

в.п – власні потреби;

гв – гаряча вода;

в – відпуск;

ном – номінальна;

д – дійсна;

м – мережа.

Скорочення

ГВП – гаряче водопостачання;

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						9
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Енергозбереження визначено, як один із основних напрямків державної політики України і має реалізуватися як довгострокова і чітко за планова програма вирішень.

Знайти рішення проблеми енергозбереження - для України означає успішне подолання економічної та енергетичної кризи, зв'язок з різними країнами світу. Рішення цієї проблеми дасть можливість нашій Україні значно зменшити залежність її економіки від імпорту енергоресурсів, провести технологічне замінення енергоємних галузей і структурне змінення господарських комплексів, сформувати нормальні рівні самоенергозабезпечення регіонів і галузей, створити галузь з випуску та застосування конкурентно здатного енергозберігаючого обладнання, достатньо зменшити вплив техногенних факторів на навколишнє довкілля, забезпечити соціально-побутові потреби людини.

Енергозбереження визначено, як один із основних напрямків державної політики України і має реалізуватися як довгострокова і чітко за планова програма вирішень.

Зниження обсягів житлово-комунального будівництва в сучасних умовах ускладнює використання потужностей централізованих джерел теплопостачання - районних котелень або ТЕЦ з комбінованим виробництвом теплової енергії. Причини цього - відсутність державного інвестування, незадовільний стан теплових мереж, великі теплові втрати, низька експлуатаційна надійність.

В даному проекті розглядається реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу. Котельня обладнана теплогенераторами контактної - поверхневого типу фірми «ТД ЄВРОФОРМАТ». Ці теплогенератори працюють в конденсаційному режимі, що дозволяє отримати досить високі енергетичні, економічні, а також і екологічні показники.

Однак екологічний аспект при цьому не враховується. Одним з основних несприятливих факторів, що впливають на навколишнє середовище при переході на децентралізоване теплопостачання, є рівень забруднення повітря шкідливими компонентами відпрацьованих газів котлів.

В даному проекті розглядається реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу. Котельня обладнана теплогенераторами контактної поверхневого типу фірми «ТД ЄВРОФОРМАТ». Ці теплогенератори працюють в конденсаційному режимі, що дозволяє отримати досить високі енергетичні, економічні, а також і екологічні показники.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						10
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОТЕЛЬНОЇ

По заданому населеному пункту з таблиць кліматологічних даних визначаю розрахункові параметри зовнішнього повітря [1]

- розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{p.o} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{cp.o} = -1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяці $t_{cp.xm} = -2,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура всередині опалюваних приміщень $t_{вн} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- тривалість опалювального періоду $n_o = 161$ діб;
- кількість душових сіток $n_c = 5$ штук.

1.1 Розрахунок теплоти на опалення [1]

1.1 Максимальні витрати теплоти на опалення

$$Q_0 = q_0 \cdot \alpha \cdot V_{зов} \cdot (t_{вн} - t_{p.o}), \quad (1.1)$$

де q_0 – питома опалювальна характеристика будівлі при $t_{p.o} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Вт/(м³·К);

α – поправковий коефіцієнт, який залежить від фактичної величини $t_{p.o}$;

V_3 – зовнішній об'єм будівель, м³;

$t_{вн}$ – розрахункова температура повітря усередині промислового цеху, ⁰С.

За [1] для шкіряного заводу при $V_3=50000 \text{ м}^3$ величина $q_0=0,465 \text{ Вт/м}^3\cdot\text{К}$; $t_{вн}=16^0\text{C}$; при $t_{p.o}=-20^{\circ}\text{C}$ величина $\alpha=1,13$, тоді

$$q_0 = 0,465 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}; \quad \alpha = 1,13;$$

$$Q_0 = 0,465 \cdot 1,13 \cdot 50000 \cdot (16 + 20) \cdot 10^{-6} = 1 \text{ МВт}.$$

1.1.2 Середня витрата теплоти на опалення

$$Q_{o.c.p.} = Q_0 \cdot \frac{(t_{вн} - t_{cp.o})}{(t_{вн} - t_{p.o})}, \quad (1.2)$$

$$Q_{o.c.p.} = 1 \cdot \frac{(16 + 1,1)}{(16 + 20)} = 0,475 \text{ МВт}.$$

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

1.1.3 Річні витрати теплоти на опалення

$$Q_o^r = Q_{o,cr} \cdot n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.3)$$

$$Q_o^r = 0,475 \cdot 161 \cdot 24 \cdot 3600 = 6,6 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

1.2 Витрата теплоти на вентиляцію

1.2.1 Максимальні витрати теплоти на вентиляцію (без обмежень)

$$Q_v = q_v \cdot V_{зов} \cdot (t_{вн} - t_{р.о}), \quad (1.4)$$

де q_v - питома вентиляційна характеристика будівель; $q_v = 0,465 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}};$

$$Q_v = 0,465 \cdot 50000 \cdot (16 + 20) \cdot 10^{-6} = 0,888 \text{ МВт}.$$

1.2.2 Середня витрата теплоти на вентиляцію

$$Q_{cr.v} = Q_v \cdot \frac{t_{вн} - t_{cr.о}}{t_{вн} - t_{р.о}}, \quad (1.5)$$

$$Q_{cr.v} = 0,888 \cdot \frac{16 + 1,1}{16 + 20} = 0,42 \text{ МВт}.$$

1.2.3 Річні витрати теплоти на вентиляцію

$$Q_v^r = Q_{cr.v} \cdot n_o \cdot z \cdot 3600, \quad (1.6)$$

де z - усереднене число годин роботи системи вентиляції протягом доби, для технічного будівлі $z = 24$ ч.

$$Q_v^r = 0,42 \cdot 161 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,9 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

1.3 Витрата теплоти на гаряче водопостачання

1.3.1 Максимальні витрати теплоти на ГВС

$$Q_{г.в.мах}^n = 1,163 \frac{m}{m_c} \frac{a_{л.г}}{T_3} (55 - t_{х.з}) 10^{-6} \quad (1.7)$$

де m - кількість працівників, що користуються душем;

m_c - кількість людей на душову сітку ;

$a_{л.г}$ - норма витрати води в кілограмах на 1 водорозбірну точку в годину найбільшого водоспоживання;

T_3 - число годин заряджання баків-акумуляторів.

За [1] визначаю для ремонтного цеху $m_c=5$, $a_{л.г}=280$ л., $N = m/m_c=300/5=60$.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		12

Значення T_3 при $N \geq 31$ сітка $T_3 = 4$ год.

$$Q_{\Gamma.B.\max}^n = 1,163 \frac{300}{7} \cdot \frac{280}{4} (55 - 5) \cdot 10^{-6} = 81 \text{ кВт.}$$

1.3.2 Середня витрата теплоти на ГВП промислових будівель (в літній період)

$$Q_{\text{ср.зв}}^n = Q_{\text{зв, max}}^n \cdot \frac{t_{\text{з}} - t_{\text{хн}}}{t_{\text{з}} - t_{\text{хз}}} \cdot \beta \quad (1.8)$$

де - коефіцієнт, що враховує зниження середньої витрати води на гаряче водопостачання в літній період ($\beta = 0,8$);

$$Q_{\text{ср.зв}}^n = 81 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 52 \text{ кВт.}$$

1.3.3 Річні витрати теплоти на ГВП

$$Q_{\Gamma B, \text{год}}^n = [Q_{\text{зв, max}}^n \cdot n_0 + Q_{\text{ср.зв}}^n \cdot (350 - n_0)] \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.9)$$

$$Q_{\Gamma B, \text{год}}^n = [0,081 \cdot 161 + 0,052 \cdot (350 - 161)] \cdot 24 \cdot 3600 = 1,9 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{год}}.$$

1.4 Витрата теплоти на технологію

1.4.1 Максимальні витрати теплоти на технологію

$$Q_m = G_{\text{е}} \cdot c_p \cdot (t_T - t_{\text{хз}}), \quad (1.10)$$

де, $G_{\text{е}}$ - масова витрата води на технологію, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

t_T - температура води на технологію, $^{\circ}\text{C}$.

$$G_{\text{е}} = 2,7 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad t_T = 85^{\circ}\text{C};$$

$$Q_m = 2,7 \cdot 4,19 \cdot (85 - 5) = 920 \text{ МВт.}$$

1.4.2 Річні витрати теплоти на технологію

$$Q_T^r = Q_m \cdot n_m \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.11)$$

де - число діб використання в році теплового навантаження установками; $n_m = 360$ діб;

$$Q_T^r = 920 \cdot 360 \cdot 24 \cdot 3600 = 28,9 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{год}}.$$

Результати розрахунків теплових навантажень зведені в таблицю 1.1,

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.1 – Максимальні витрати теплоти,МВт

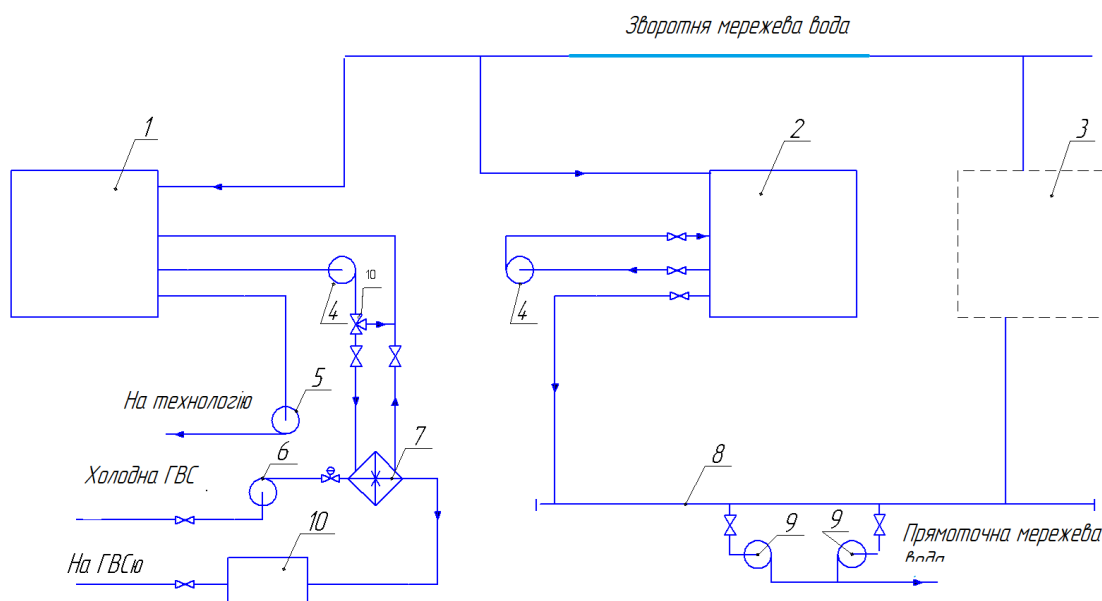
Найменування навантаження	Позначення	Значення
Опалення	Q_o	1
Вентиляція	$Q_{.в}^{год}$	0,88
Гаряче водопостачання за опалювальний сезон	$Q_{гв,мах}^n$	0,081
Гаряче водопостачання за літній період	$Q_{ср.гв}^л$	0,052
Технологія	Q_m	0,92
Сумарне навантаження	ΣQ	2,93

Таблиця 1.2 – Річні витрати теплоти,МДж/год

Найменування навантажень	Позначення	Значення
Опалення	$Q_o^{год}$	$6,6 \cdot 10^6$
Вентиляція	$Q_{.в}^{год}$	$3,9 \cdot 10^6$
Гаряче водопостачання	$Q_{гвс}^{год}$	$1,9 \cdot 10^6$
Технологія	Q_T^r	$28,9 \cdot 10^6$
Сумарне навантаження	ΣQ	$41,3 \cdot 10^6$

2 ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Опис теплової схеми котельні



1,2,3- теплогенератор ТГа-0,9,Гс; 4 -рециркуляційний насос; 5 – насос технологічної води; 6-насос ГВС; 7-пластинчастий теплообмінник; 8-коллектор прямої мережної води; 9- циркуляційний насос; 10- сонячний колектор; 10-трбохходовий кран.

Рисунок 2.1- Теплова схема котельні

Вже вищенаведена котельня слугує для основних задач опалення,вентиляції та гарячого водопостачання Вознесенського шкіряного заводу,а також для технологічних потреб.Будемо розглядати принцип роботи теплової схеми котельні,представленої на рисунок 2.1.

Нагрівається вода в теплогенераторі (1) через патрубок виходу рециркуляції за допомогою насоса (4) подається на пластинчастий теплообмінник гарячого водопостачання (7), в якому нагрівається холодна вода ГВП.Друга частина води через патрубок прямої мережової води за допомогою насоса (5) подається на технологію. У літній період, коли немає хмарності,гаряче водопостачання заводу виконується за допомогою сонячних колекторів (10).

Нагріта вода в теплогенераторах (2,3) циркуляційними насосами (9) забирається з колектора (8) і поступає в теплову мережу на опалення і вентиляцію заводу. Зворотній мережева вода після нагрівальних обладнання поступає назад в теплогенератори.

Трьохходовий кран (10) слугує для відсікання подачі гріючої води на теплообмінник гарячого водопостачання в години, коли немає водорозбору. В цей час насос (4) працює як рециркуляційний насос теплогенератора.При виході з ладу першого теплогенератора передбачена резервна лінія на технологію з колектора (8), на схемі не показана.

2.2 Вихідні дані до розрахунків

Вони складені для 3-х характерних режимів:

I режим – максимально зимовий при $t_{p.o}$;

II режим – із середньою температурою найбільш холодного місяця $t_{cp.x.m}$;

III режим – літній.

4.2.1 Температура повітря всередині опалювальних будівель (режими I–III) $t_{вн}=16^{\circ}\text{C}$;

4.2.2 Температура зовнішнього повітря $t_{зовн}$:

– I режим – $t_{зовн.}= t_{p.o}=-20^{\circ}\text{C}$;

– II режим – $t_{зовн.}= t_{cp.x.m} = -2,6^{\circ}\text{C}$;

2.2.1 Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення будівель (режим I)

$$Q_{o.g}^{жс} = 1,8 \text{ МВт} ;$$

2.2.2 Середній та максимальний відпуск теплоти на ГВП будівель відповідно

$$Q_{z.g.cp} = 0,081 \text{ МВт (режим I)};$$

$$Q_{z.g.cp} = 0,052 \text{ МВт (режим III)}$$

2.2.3 Максимальна температура подавальної мережної води (режим I)

$$t_{l.max} = 85^{\circ}\text{C}$$

2.2.4 Максимальна температура поворотної мережної води (режим I)

$$t_{2.max} = 60^{\circ}\text{C}$$

2.2.5 Питомий об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного відпуску теплоти на опалення та ГВП (для всіх режимів):

$$g_{сист} = 31000 \text{ кг/МВт}$$

2.2.6 Коефіцієнт зниження витікання води в системі теплопостачання:

$$k_{вум} = 1 \text{ (режим I-III)};$$

2.2.7 Коефіцієнт власних потреб хімічного водоочищення:

$$k_{x.g.}^{г.н.} = 1.1 \dots 1.25 \text{ (для всіх режимів).}$$

$$\text{Беру } k^{г.н.} = 1,2 .$$

2.3 Розрахунок теплової схеми котельні

Розрахунок виконано для першого режиму

2.3.1 Коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря

$$k_{o.g} = \frac{t_{вн} - t_n}{t_{вн} - t_{p.o.}}, \quad (2.2)$$

де t_n - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;
зрахункова температура внутрішнього повітря, °С.

$$k_{o.g} = \frac{16 - (-20)}{16 - (-20)} = 1,0.$$

2.3.2 Розрахунковий відпустку теплоти на опалення і вентиляцію

$$Q_{o.g} = Q_{o.g}^n \cdot k_{o.g}, \quad (2.3)$$

де $k_{o.g}$ - коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря;

$Q_{o.g}^n$ - максимальний відпустку теплоти на опалення і вентиляцію громадських будівель, МВт.

$$Q_{o.g} = 1,88 \cdot 1 = 1,88 \text{ МВт}.$$

2.3.3 Сумарний відпуск теплоти на гаряче водопостачання, МВт

$$Q_{z.g.} = Q_{z.g.}^{\max}, \quad (2.4)$$

де $Q_{z.g.}^{\max}$ - максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання, МВт.

$$Q_{z.g.} = 0,081 \text{ МВт}.$$

2.3.4 Температура мережевої води на виході з котельні

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot k_{o.g}^{0.8} + 2,5 \cdot k_{o.g}, \quad (2.5)$$

де $k_{o.g}$ - коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення и вентиляцию в зависимости от температуры зовнішнього повітря.

$$t_1 = 85^{\circ} \text{C}.$$

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						17
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.3.5 Температура поворотної води на опалення, °C

$$t_2^{o.6} = t_1 - 35 \cdot k_{o.6} , \quad (2.6)$$

де t_1 - температура мережної води на виході з котельні, °C;

$k_{o.6}$ - коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря.

$$t_2^{o.6} = 85 - 35 \cdot 1 = 50 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

2.3.6 Розрахунковий витрата мережної води на опалення і вентиляцію

$$G_{o.6} = \frac{Q_{o.6}}{C_6 \cdot (t_1 - t_2^{o.6})} , \quad (2.7)$$

де $Q_{o.6}$ - розрахунковий відпустку теплоти на опалення вентиляцію, Вт;

C_6 - питома теплоємність води, Дж/(кгК);

t_1 - температура мережної води на виході з котельні, °C;

$t_2^{o.6}$ - температура зворотної мережної води після опалення та вентиляції, °C.

$$G_{o.6} = \frac{1,883 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (85 - 50)} = 12,84 \frac{\text{кг}}{\text{с}} .$$

2.3.7 Витрата води на гаряче водопостачання для споживачів, кг/с

$$G_{zv}^{nomp} = \frac{Q_{zv}}{C_6 \cdot (t_{zv} - T_1)} , \quad (2.8)$$

де Q_{zv} - сумарний відпуск теплоти на гаряче водопостачання в зимовий період, Вт;

C_6 - питома теплоємність води, Дж/(кг-К);

t_{zv} - расчетная температура гарячої води в системі теплопостачання (для всіх режимів 55 °C);

T_1 - температура сирої води на вході в

$$G_{zv}^{nomp} = \frac{0,081 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 0,226 \frac{\text{кг}}{\text{с}} .$$

2.3.8 Додатковий витрата мережної води на підігрівачі гарячого водопостачання в зимовий період

$$G_{\text{дв}} = \frac{Q_{\text{дв}}}{C_{\text{в}} \cdot (t_1 - t_2^{\text{о.в}})}, \quad (2.9)$$

де $Q_{\text{дв}}$ - сумарний відпуск теплоти на гаряче водопостачання в зимовий період, Вт;

$C_{\text{в}}$ - питома теплоємність води, кДж/(кг · К);

t_1 - температура мережної води на виході з котельні, °С;

$t_2^{\text{о.в}}$ - температура зворотної мережної води після опалення та вентиляції, °С.

$$G_{\text{дв}} = \frac{0,052 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (85 - 50)} = 0,356 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

2.3.9 Витрата мережної води на підігрівачі гарячого водопостачання

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{в}}}{C_{\text{в}} \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (2.10)$$

$$G_{\text{в}} = \frac{0,081 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (50 - 35)} = 1,56 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

2.3.10 Розрахункова витрата мережної води на виході з котельні, кг/с

$$G_{\text{сет}} = G_{\text{о.в}} + G_{\text{дв}} + G_{\text{т}}, \quad (2.11)$$

де $G_{\text{о.в}}$ - розрахункова витрата мережної води на опалення і вентиляцію, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

$G_{\text{дв}}$ - додатковий витрата мережної води на підігрівач, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

$G_{\text{т}}$ - витрата води на технологію, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

$$G_{\text{сет}} = 12,84 + 0,36 + 2,8 = 16 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.3.11 Витрата води на підживлення на заповнення витоків в тепловій мережі

$$G_{\text{ум}} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot (Q_{\text{ов}} + Q_{\text{сп.в}} + Q_{\text{т}}) \cdot g_{\text{сист}} \cdot k_{\text{ум}}, \quad (2.11)$$

де $g_{\text{сист}}$ - питома обсяг води в системі теплопостачання щодо сумарного відпустки теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, кг / МВт.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						19
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$G_{yt} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot (1,88 + 0,052 + 0,93) \cdot 30100 \cdot 1 = 0,18 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

2.3.12 Витрата зворотньої мережної води на вході в котельню

$$G_{сет.обр} = G_{сет} - G_{yt}, \quad (2.12)$$

$$G_{сет.обр} = 16 - 0,18 = 15,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

2.3.13 Необхідна кількість водогрійних котлів з округленням до найближчого більшого цілого числа

$$N_{\kappa}^{\epsilon} = \frac{Q_{o.в} + Q_{св} + Q_m}{Q_{\kappa}^{ном}}, \quad (2.13)$$

$$N_{\kappa}^{\epsilon} = \frac{1,88 + 0,052 + 0,93}{1} = 2,55 \approx 3 \text{ шт.}$$

2.3.14 Завантаження водогрійних котлів

$$k_{загр}^{\epsilon} = \frac{Q_{o.в} + Q_{св} + Q_m}{N_{\kappa}^{\epsilon} \cdot Q_{\kappa}^{ном}} \cdot 100, \quad (2.14)$$

$$k_{загр}^{\epsilon} = \frac{1,88 + 0,052 + 0,93}{3 \cdot 1} \cdot 100 = 95,5 \, \%.$$

2.3.15 Витрата води через один водогрійний котел

$$G_{в.к} = \frac{(Q_{o.в}^n + Q_{св} + Q_m) \cdot 10^3}{4,19 \cdot (t_{1\max} - t_{2\max}) \cdot N_{\kappa}^{\epsilon}}, \quad (2.15)$$

$$G_{в.к} = \frac{(1,88 + 0,052 + 0,93) \cdot 10^3}{4,19 \cdot (85 - 50) \cdot 3} = 6,58 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$G_{в.к} < G_{\kappa}^{ном}; \text{ приймаємо } G_{в.к} = G_{\kappa}^{ном}.$$

Результати розрахунку для інших режимів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку теплової схеми для режимів I-III

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення величини для режиму		
			I	II	III
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення залежно від температури зовнішнього повітря	$k_{o.v.}$		1	0,516	-
Сумарний відпуск теплоти на опалення і вентиляцію	$Q_{o.v.}$	МВт	1,88	0,97	-
Сумарний відпуск теплоти на ГВП	$Q_{гвп}$	МВт	0,081	0,081	0,06
Температура мережної води на виході з котельні	T_1	°C	85	61	-
Температура поворотної мережної води після опалення	T_2	°C	50	40,8	-
Розрахункова витрата мережевої води на опалення	$G_{o.v.}$	кг/с	12,84	12,84	-
Витрата води на ГВП для споживачів	$G_{гвп}$	кг/с	0,026	0,026	0,43
Розрахункова витрата мережевої води на виході з котельної	$G_{гвп.кот}$	кг/с	16	16,23	-
Витрати води для підживлення на заповнення витікань у тепловій мережі	$G_{вит}$	кг/с	0,18	0,09	-
Витрата поворотної мережевої води на вході до котельної	$G_{п.м.}$	кг/с	15,82	16,08	-
Сумарний потік теплоти, що відпускається водогрійними котлами	$Q_{сум}$	МВт	1,9	1,05	0,06

3 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

При підборі обладнання котельні головними критеріями є: забезпечення надійного безперебійного теплопостачання споживачів, покриття теплової потреби як в розрахунковому режимі, так і в інших режимах, можливість гнучкої і плавної роботи обладнання при переході від одного режиму до іншого, забезпечення найбільш економічних і ефективних умов роботи обладнання, а також, максимальне використання вторинних енергоресурсів і економія матеріалів.

3.1 Водогрійні котли

Опалювальний від котельні об'єкт відноситься до другої категорії теплопостачання. Тому в якості водогрійних котлів були підібрані три теплогенератора контактної - поверхневого типу ТГа одиничною потужністю 1 МВт фірми «ТД ЄВРОФОРМАТ».

Загальний вигляд теплогенератора наведено на малюнку 3.1.



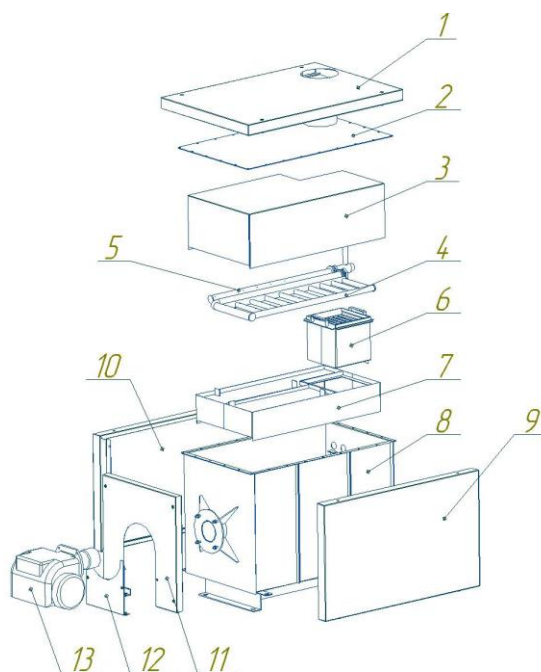
Рисунок 3.1 – Загальний вигляд теплогенератора ТГа

а) Конструкція теплогенератора

Теплогенератор ТГа є збірно-зварену конструкцію, всередині якої розміщена камера згоряння і контактна камера. Контактна камера розміщена над камерою згоряння. Камера згоряння являє собою відкриту прямокутну конструкцію, яка не має днища і яка частково вставлена в водяний бак, розташований в нижній частині теплогенератора. Спереду камери згоряння на спеціальному фланці, закріпленому на передній частині корпусу теплогенератора встановлюється прямоточна саморегулюючий палик з комплектом контрольно-вимірювальної

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		22

апаратури та пристроїв. Розташування складових частин теплогенератора представлено на малюнку 3.2.



1 - верхня панель; 2 - кришка бака; 3-контактна камера; 4- водорозподільювач зворотній; 5- водорозподільювач внутрішній; 6- блок водорозподільчих решіток; 7- кришка камери згорання; 8- водяний бак; 9, 10, 11, 12 - панелі теплогенератора; 13- газова лампа.

Рисунок 3.2 – Конструкція теплогенератора

б) Принцип роботи теплогенератора

Зворотня мережна вода через водорозподільні пристрої (4,5) надходить через контактну камеру (3) в водяний бак (8) - нижню частину теплогенератора і через патрубок виходу води зовнішнім насосом подається в трубопровід прямої мережної води. Високотемпературні продукти згоряння природного газу, які утворюються в камері згоряння, віддають своє тепло воді, яка стікає плівкою по бічних стінках камери згоряння, і воді, яка знаходиться на дні апарату. Після виходу з камери згоряння продукти згоряння надходять в контактну камеру (3), де при контакті з водою, що надходить через водорозподільчі пристрої (4,5), охолоджуються нижче температури точки роси, тим самим віддаючи приховану теплоту конденсації воді. Після контактної камери охолоджені димові гази йдуть в димову трубу. Схематично характер процесів в теплогенераторі наведено на малюнку 3.3.

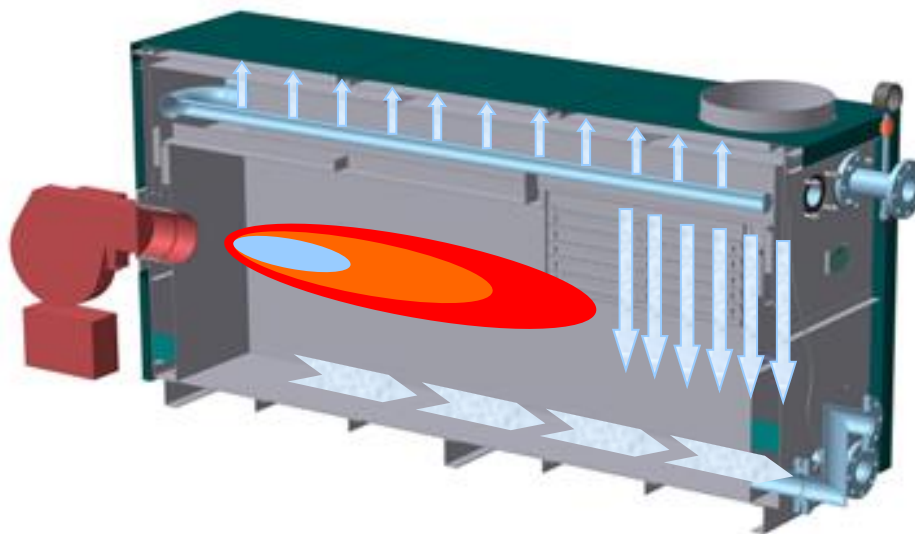


Рисунок 3.3 – Характер процесів в теплогенераторі.

в) Основні технічні характеристики теплогенератора ТГА-0,9Гс наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики теплогенератора ТГа-0,9Га

Найменування показника	Значення
1. Номінальна теплова потужність, МВт	0,9
2. Коефіцієнт корисної дії, %, не ні-же: – по нижній теплотворної спроможності, Q_p^H ; – по вищій теплотворної спроможності Q_p^B ;	98 94
3. Максимальна температура води на виході, °C	85
4. Температура зворотної води, °C, не більше	50
5. Температура димових газів, °C, не більше	68
6. Тиск газу перед пальником, кПа, не більше	6,0
Витрата повітря при номінальній продуктивності, м ³ / ч, не более	9 9 0
8. Витрата газу при номінальній продуктивності, МНЗ / ч, не більше	90±1,5
9. Діапазон регулювання тепло продуктивності, кВт	200÷1100
10. Концентрація шкідливих викидів – NO ₂ , мг/м ³ , не більше – CO, мг/м ³ , не більше	125 130
11. Витрата теплоносія через теплогенератор, м ³ / год, в межах	30,0÷40,0
12. Коефіцієнт надлишку повітря, в межах	1,1÷1,2

Продовження таблиці 3.1

13. Тиск в теплогенераторі	атмосферное
14. Температура огорожувальних по поверхонь, °С, не більше	45
15. Маса теплогенератора в не працюючем стані, кг, не більше	9 5 0
16. Місткість теплогенератора по воді в робочому стані, м3, не більше	0,5
17. аеродинамічний опір теплогенератора, Па;	1 0 0

Теплогенератори обладнані сучасною автоматикою, що дозволяє регулювати температуру в прямому трубопроводі в залежності від температури зовнішнього повітря, забезпечувати підготовку гарячої води для цілей водопостачання, управляти насосами системи, регулюючою та запірною арматурою.

3.2 Газові пальники

Теплогенератори можуть працювати з будь-якими газовими або дизельними пальниками. Правильно підібрана і Відрегулюємо до генератора тепла пальник дає можливість отримати оптимальні результати процесу горіння, знизити емісії шкідливих речовин що містяться в продуктах згорання, а також отримати високий ККД.

3.2.1 Вихідні дані:

- а) номінальна потужність котла $Q_K=900$ кВт;
- б) КПД котла $\eta_K=98$ %;
- в) необхідний надлишковий тиск в топке $P_{изб}=1,5$ мбар.

3.2.2 Теплова потужність пальника

$$Q_{гор} = \frac{Q_K}{\eta_K}, \quad (3.1)$$

$$Q_{гор} = \frac{900}{98} \cdot 100 = 920 \text{ кВт.}$$

3.2.3 Отриманою потужності відповідає газова двоступенева пальник WM-G10 / 4-A ZM 1 фірми Weishaupt, з ра розвиває вентилятором тиском $P_{гор}=7$ мбар $> P_{изб}=1,5$ мбар

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		26

3.3 Насосне обладнання

3.3.1 Циркуляційні насоси

Циркуляційний насос вибирається з гідравлічних параметрів мережі та витраті води через теплогенератор. При виборі насоса слід враховувати, що теплогенератор працює під атмосферним тиском. Циркуляційний насос необхідно встановлювати після теплогенератора (підключити до патрубку виходу прямої мережної води) або до колектора прямої мережевої води.

3.3.1.1 Вихідні дані

а) подача двох теплогенераторів, які працюють на опалення і вентиляцію становить $G_K=60$ м³/ч;

б) напір $H=16$ м (значення видане замовником).

3.3.1.2 Виходячи з умови по каталогу насосного обладнання Calpeda виберемо 2 насоса типу NMD 40/180 (один резервний).

У насосі знижені вібрації і шуми за рахунок фланцевої посадки мотора безпосередньо на корпус насоса, загальний вал і підшипники, стійкі до тиску. Незалежно від напрямку обертання ковзне торцеве ущільнення змащується перекачується середовищем шляхом створення водяної плівки, робоче колесо має спеціальну конструкцію для зниження кавітації. Фланці мають приєднання для манометрів. Параметри насоса:

- працююче середовище: вода систем опалення;
- робоча температура: 20.. 140 °С;
- максимальний робочий тиск: 4 бар;
- номінальна потужність мотора: 1.5 кВт;
- номінальних число обертів: 1450 мин⁻¹.

3.3.2 Насоси контуру теплообмінника ГВС

Насос контуру теплообмінника ГВП вибирається по подачі і напору.

3.3.2.1 Исходные данные

а) $G_{ГВС}=2,034$ м³/ч;

б) напір $H=12$ м, в формуле (3.20).

3.3.2.2 Виходячи з умови по каталогу насосного обладнання Calpeda виберемо насос типу NMD 1.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						27
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Насос являє собою потребує технічного обслуговування. Насос з мокрим ротором передбачає безпосередній монтаж на трубопроводі. Має 4 ступенні ручного регулювання частоти обертання ротора. Електродвигун насоса оснащений вбудованими контактами захисту обмотки. Корпус виконано з сірого чавуну, робоче колесо з пластмаси, посиленою скловолокном, вал з хромової сталі з підшипниками металографіту.

працююче середовище: вода систем опалення;

- робоча температура: 20.. 140 °C;
- максимальний робочий тиск: 2 бар;
- номінальна потужність мотора: 0,97 kW;
- номінальне число оборотів: 850..1400 мин⁻¹.

3.3.3 Насоси рециркуляції

Згідно з паспортом теплогенератора, кожен теплогенератор повинен щоб мав насос рециркуляційний. Для теплогенератора ТГа-0,9Гс такий насос NM 25/12.

3.3.4 Насоси для технологічної води

3.3.4.1 Вихідні данні

- подача води на технологічні потреби $G_t=10 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- напір $H=20 \text{ м}$.

3.3.4.2 Виходячи з умови вибираємо з каталогу насосного обладнання Calpeda виберемо 2 насоса типу NM 25/160.

У насосі зниження вібрація і шуми за рахунок фланцевої посадки мотора на самому корпусі насоса, загальний вал і підшипники, надійні до тиску. Незалежно від самого напрямку обертання та ковзання торцевого ущільнення змащує та перекачується із середовища шляхом створення водяної плівки, робоче колесо має відповідну конструкцію для зменшення кавітації. Фланці мають приєднання для манометрів. Характеристики насоса

- працююче середовище: вода систем опалення;
- робоча температура: 20.. 140 °C;
- максимальний робочий тиск: 3 бар;
- номінальна потужність мотора: 1.5 kW;
- номінальне число оборотів: 1450 мин⁻¹.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						28
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання з використанням сонячних колекторів

Є нова тенденція з дорожчання палива, а в майбутньому природне паливо може взагалі зацінчитись. За різними думками нафти і газу залишилось на 100 - 200 років. З усією очевидністю постає проблема використання поновлюваних (альтернативних) джерел енергії.

Для економії природного газу в сонячні дні літа приймаю рішення на південному боці даху котельні встановити сонячні колектори для системи гарячого водопостачання шкірзаводу.

3.4.1 Вихідні дані:

- а) кількість душових сіток $n = 5$ шт ;
- б) нормований витрата гарячої води на одну душову сітку $\alpha_{\text{л2}} = 280 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$;
- в) температура води, що нагрівається на вході $t'_2 = 15^\circ\text{C}$;
- г) температура води, що нагрівається на виході $t''_2 = 55^\circ\text{C}$.

3.4.2 Витрата теплоти на нагрівання необхідного за умовою кількості води на ГВС

$$Q_{\text{в}} = C_{\text{в}} \cdot \alpha_{\text{л2}} \cdot n \cdot (t''_2 - t'_2) \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{в}} = 4,19 \cdot 280 \cdot 5 \cdot (55 - 15) = 234640 \text{ кДж} = 65 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{день}} = 1950 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{місяць}} = 23400 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}} .$$

Гаряче водопостачання за допомогою сонячних колекторів використовується з місяця квітня по жовтень.

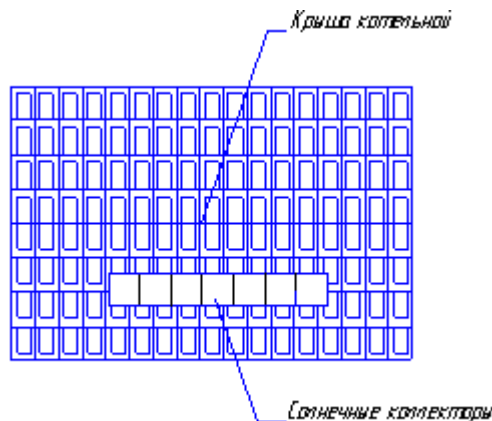


Рисунок 3.4 – Розміщення системи сонячних колекторів на даху котельні

3.4.3 Дійсний тепловий потік в систему гарячого водопостачання перебуває по залежності

$$\frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \text{день}}$$

$$E_o = 1,1 \cdot E_m \cdot e \cdot \eta_{\text{кол}}, \quad (3.23)$$

де 1,1 – для кута 38° поправочний коефіцієнт;

E_m – максимальна енергія, що отримує колектор за день, $\frac{\text{Вт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \text{день}}$;

e – енергетичний коефіцієнт, який враховує той факт, що при хмарності сонячні колектори поглинають розсіяну сонячну енергію.

$\eta_{\text{кол}}$ – коефіцієнт корисної дії сонячного колектора.

$$\eta_{\text{кол}} = \left(\nu - \frac{k \cdot \left(\frac{t'_2 + t''_2}{2} - t_0 \right)}{I} \right) \cdot k_{\text{ні}}, \quad (3.24)$$

де ν – оптичний коефіцієнт скла, що залежить від кольору скла в розрізі; Для прозорого скла $\nu = 0,9$;

k – коефіцієнт теплових втрат на одиницю поверхні скла; $k = 7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$;

t_0 – температура зовнішнього повітря, $^\circ \text{C}$;

I – інтенсивність сонячного випромінювання, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$;

$k_{\text{ні}}$ – коефіцієнт неізотермічних колектора: $k_{\text{ні}} = 1$.

3.4.4 Температуру зовнішнього повітря приймаємо на 5 вище середньомісячної температури, $^\circ \text{C}$

$$t_0 = t_m^i + 5, \quad (3.25)$$

значення E_m , e , I , t_0 , $\eta_{\text{кол}}$, E_d приводимо для кожного місяця в таблиці 3.2.

Для місяця травня:

$$E_m^5 = 6128 \frac{\text{Вт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \text{день}}; \quad e^5 = 0,62; \quad I^5 = 436,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2};$$

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						30
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$t_0^5 = 14,7 + 5 = 19 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\eta_{\text{кол}}^5 = \left(0,9 - \frac{7 \cdot \left(\frac{15+55}{2} - 13 \right)}{436,56} \right) \cdot 1 = 0,64.$$

$$E_o^4 = 1,1 \cdot 6128 \cdot 0,62 \cdot 0,64 = 2675 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \text{день}}.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для інших місяців, дані представляємо в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Дійсний тепловий потік, який надходить в систему ГВП від сонячних колекторів.

Місяць	$E_m,$ $\frac{\text{Вт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \text{день}}$	e	$I,$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	$t_0,$ $^\circ\text{C}$	$\eta_{\text{кол}}$	$E_d,$ $\frac{\text{Вт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \text{день}}$
Квітень	6512	0,61	464,38	13	0,57	2491
Травень	6128	0,62	436,56	19,7	0,64	2675
Червень	5953	0,61	423,72	23,8	0,72	2916
Липень	6128	0,63	436,56	25	0,73	2957
Серпень	6512	0,64	464,38	25	0,73	2957
Вересень	6628	0,6	472,94	18,9	0,63	2633
Жовтень	5846	0,52	417,3	12,5	0,57	2491

3.4.5 Теплоприток в систему ГВП за день, $\frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \text{день}}$

$$Q_o' = K_o \cdot K_z \cdot E_o, \quad (3.26)$$

для місяця травня

$$Q_o'^5 = 1 \cdot 1 \cdot 2675 = 2675 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \text{день}}.$$

3.4.6 Теплоприток в систему ГВП від сонячної системи за місяць

$$Q_o^* = n \cdot Q_o', \quad (3.27)$$

для місяця травня:

$$Q_o^{*5} = 31 \cdot 2675 = 80,25 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \text{ місяць}},$$

значення n приведено в таблиці 3.3.

Аналогічний розрахунок проводимо для інших місяців и дані наводимо в таблиці 3.3.

3.4.7 Необхідна площа колекторів

$$F_{\kappa} = \frac{Q_B}{Q_o'}, \quad (3.28)$$

для місяця травня

$$F_{\kappa}^5 = \frac{65000}{2675} = 24 \text{ м}^2.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для інших місяців и дані наводимо в таблиці 3.3.

Встановлюємо 13 колекторів з площею 2 м^2 .

3.4.8 Теплоприток в систему ГВП від колекторів за місяць, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{місяць}}$:

$$Q_o'' = Q_o^* \cdot F_{\kappa}, \quad (3.29)$$

для місяця травня

$$Q_o''^5 = 80,25 \cdot 26 = 2090 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{місяць}}.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для інших місяців і дані наводимо в таблиці 3.3.

3.4.9 Різниця між теплоприток в систему ГВП від колекторів за місяць і теплопритоків, який потрібно покрити альтернативними джерелами

$$\Delta Q_B^i = Q_o'' - Q_B, \quad (3.30)$$

для місяця травня

$$\Delta Q_B^5 = 2090 - 1950 = 140 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{місяць}}.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для інших місяців и дані наводимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Теплоприток в систему ГВП від сонячних колекторів

Місяць	п, день	Q'_o , $\frac{Вт \cdot рік}{м^2 \cdot день}$	Q_o^* , $\frac{кВт \cdot рік}{м^2 \cdot місяць}$	F_k , м ²	Q''_o , $\frac{кВт \cdot рік}{місяць}$	ΔQ_B^i , $\frac{кВт \cdot рік}{місяць}$
Квітень	30	2680	74,7	23,4	2000	50
Травень	31	2675	80,25	26	2090	140
Червень	30	2916	87,5	22,3	1960	10
Липень	31	2957	91,7	22	2136	186
Серпень	31	2957	91,7	22	2136	186
Вересень	30	2633	79	23,2	1980	30
Жовтень	31	2680	77,2	23,4	1988	25

3.4.10 Економія газу за кожен місяць

$$B^i = \frac{3600 \cdot \Delta Q_B^i}{Q_n^p \cdot \eta_k}, \quad (3.31)$$

- для місяця квітня

$$B^4 = \frac{3600 \cdot 50}{35203 \cdot 0,98} = 520 \frac{м^3}{місяць};$$

- для місяця травня

$$B^5 = \frac{3600 \cdot 140}{35203 \cdot 0,98} = 1460 \frac{м^3}{місяць};$$

- для місяця червня

$$B^6 = \frac{3600 \cdot 10}{35203 \cdot 0,98} = 1040 \frac{м^3}{місяць};$$

- для місяця липня

$$B^7 = \frac{3600 \cdot 186}{35203 \cdot 0,98} = 1940 \frac{м^3}{місяць};$$

- для місяця серпня

$$B^8 = \frac{3600 \cdot 1860}{35203 \cdot 0,98} = 1940 \frac{м^3}{місяць};$$

- для місяця вересня

$$B^9 = \frac{3600 \cdot 300}{35203 \cdot 0,98} = 310 \frac{\text{м}^3}{\text{місяць}};$$

- для місяця жовтня

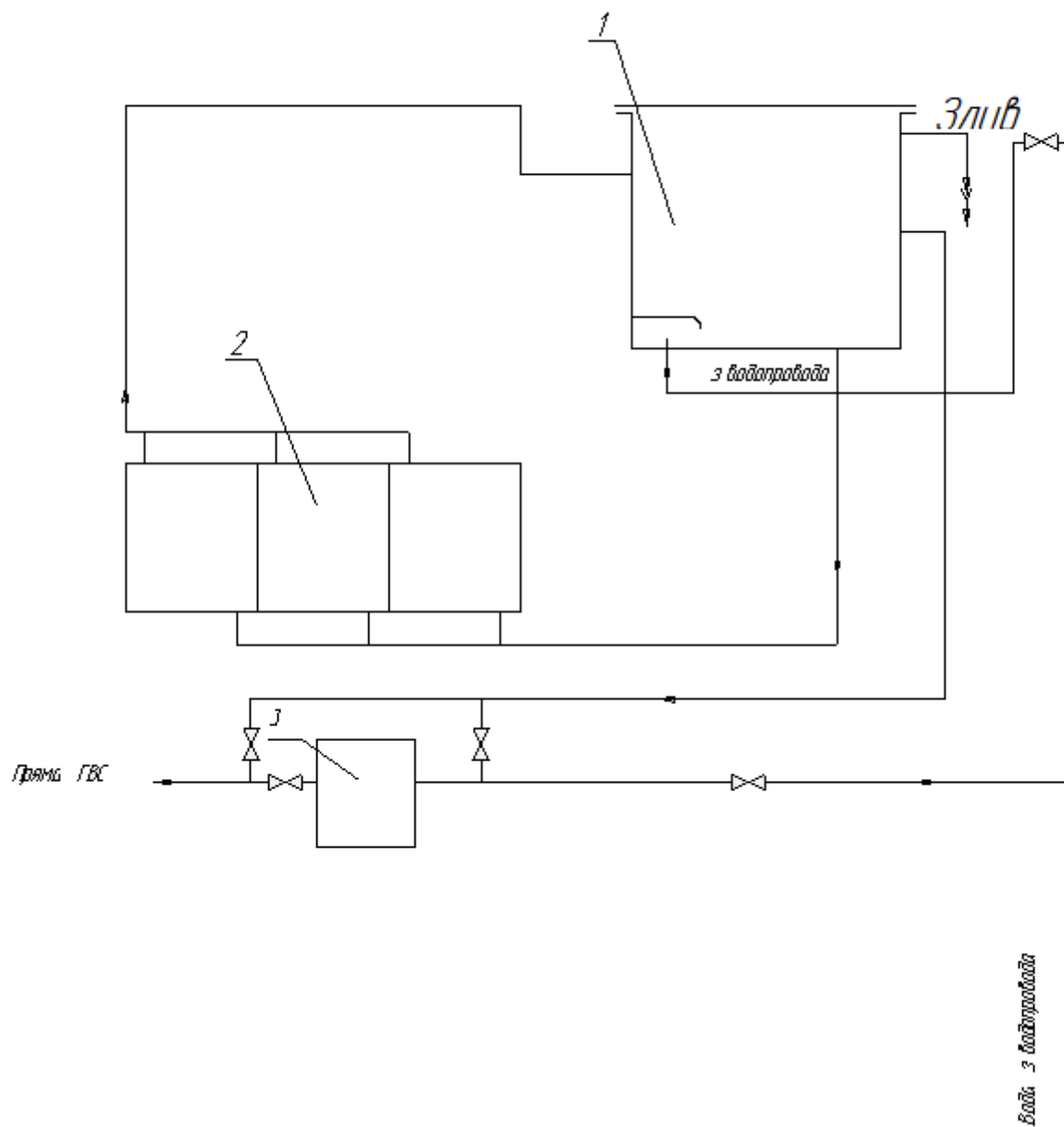
$$B^{10} = \frac{3600 \cdot 350}{35203 \cdot 0,98} = 250 \frac{\text{м}^3}{\text{місяць}}.$$

3.4.11 Економія палива з квітня по жовтень

$$\sum B' = B^4 + B^5 + B^6 + B^7 + B^8 + B^9 + B^{10}, \quad (3.32)$$

$$\sum B' = 520 + 1460 + 1040 + 1940 + 1940 + 310 + 250 = 6524 \frac{\text{м}^3}{\text{з квітня по жовтень}}.$$

3.5 Розрахунок бака акумулятора для системи гарячого водопостачання



1 – бак акумулятор; 2 – сонячний колектор; 3–теплогенератор.

Рисунок 3.5 – Установка горячего водопостачання

Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

ТП 51 62 013 ПЗ

Арк.

35

3.5.1 Обсяг бака акумулятора

$$V = 0,08 \cdot F_{\kappa}, \quad (3.33)$$

$$V = 0,08 \cdot 26 = 2,08 \text{ м}^3.$$

3.5.2 Геометричні розміри бака

- діаметр $d = 1 \text{ м}$;

- висота $h = 2,6 \text{ м}$.

3.5.3 Площа поверхні бака акумулятора

$$S = \frac{2 \cdot p \cdot d^2}{4} + p \cdot d \cdot h, \quad (3.34)$$

$$S = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1^2}{4} + 3,14 \cdot 1 \cdot 2,6 = 9,7 \text{ м}^2.$$

3.5.4 Кількість теплоти, яке знаходиться в баку акумуляторі

$$Q_1 = m' \cdot c_p \cdot \Delta t, \quad (3.35)$$

де m' кількість води в баку; $m' = 2080 \text{ л}$.

$$Q_1 = 2080 \cdot 4,19 \cdot 40 = 348608 \text{ кДж}.$$

3.5.5 Допустимі втрати теплоти згідно ВСН52-86 не більш п'яти відсотків від добової продуктивності

$$Q_2 = \frac{0,05 \cdot Q_1}{24}, \quad (3.36)$$

$$Q_2 = \frac{0,05 \cdot 348608}{24} = 726 \frac{\text{кДж}}{\text{час}}.$$

3.5.6 Коефіцієнт теплопередачі від поверхні бака до повітря

$$K = \frac{Q_2}{S \cdot \Delta t}, \quad (3.37)$$

$$K = \frac{726000}{3600 \cdot 9,7 \cdot 40} = 0,52 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

3.5.6 В якості ізоляційного матеріалу вибираємо мінеральну вату з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{м.в}} = 0,032 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$

3.5.7 Товщина теплоізоляції бака

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						36
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{м.в.} \cdot (\alpha_{\epsilon} - K)}{\alpha_{\epsilon} \cdot K}, \quad (3.38)$$

де α_{ϵ} – коефіцієнт тепловіддачі від ізоляції до повітря; $\alpha_{\epsilon} = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		37

4 РОЗРАХУНОК ГОРІННЯ ПАЛИВА

Основним завданням розрахунку є визначення об'єму часток продуктів згоряння палива, теоретичні та дійсну кількість повітря, необхідного для спалювання палива.

4.1 Вихідні дані

а) Заданий склад газоподібного палива

$$CH_4 = 92.8\%;$$

$$C_2H_6 = 3.9\%;$$

$$C_3H_8 = 1.0\%;$$

$$C_4H_{10} = 0.4\%;$$

$$C_5H_{12} = 0.3\%;$$

$$CO_2 = 0.1\%;$$

$$N_2 = 1.5\%.$$

б) вологовміст повітря $d_g = 7 \frac{\Gamma}{\text{нм}^3}.$

в) вологовміст газу $d_r = 7 \frac{\Gamma}{\text{нм}^3}.$

г) Коефіцієнт надлишку повітря: $\alpha = 1,2$

4.2 Коефіцієнт надлишку повітря

4.2.1 Сума компонентів газу $\Sigma = 100.09\%.$

Уточнимо склад газоподібного палива, та змінюючи кількість компонента, що займає більший обсяг, таким чином $CH_4 = 98.7 - 0.09 = 98.61\%.$

Тоді $\Sigma = 100\%.$

4.2.2 Для проведення відповідних розрахунків горіння палива повинен бути заданий склад палива в перерахунку на вологий. Виконуємо перерахунок складу сухого газу на вологий.

Визначимо коефіцієнт перерахунку

$$K_r = \frac{804}{804 + d_r}, \quad (4.1)$$

$$K = \frac{804}{804 + 7} = 0,99.$$

Склад вологого газу:

$$\begin{aligned}
 CH_4^{gl} &= CH_4 \cdot K_f, \\
 CH_4^{gl} &= 98.61 \cdot 0.99 = 91.872\%, \\
 C_2H_6^{gl} &= 3.9 \cdot 0.99 = 3.861\%, \\
 C_3H_8^{gl} &= 1.0 \cdot 0.99 = 0.99\%, \\
 C_4H_{10}^{gl} &= 0.4 \cdot 0.99 = 0.396\%, \\
 C_5H_{12}^{gl} &= 0.3 \cdot 0.99 = 0.297\%, \\
 CO_2^{gl} &= 0.1 \cdot 0.99 = 0.099\%, \\
 N_2^{gl} &= 1.5 \cdot 0.99 = 1.485\%.
 \end{aligned}$$

Сума компонентів після обліку вологості газу

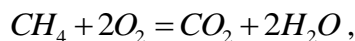
$$\Sigma = 99\% .$$

Зміст води в газі

$$H_2O = 100 - 99 = 1\% .$$

4.2.3 Розрахунок обсягів компонентів повітря і продуктів згоряння покажемо на прикладі окислення CH_4 .

4.2.4 Визначаємо теоретично необхідний для спалювання 91.872 м3 CH_4 обсяг O_2 визначимо з рівняння реакції горіння:



$$V_{O_2}^{e^0} = V_{CH_4} \cdot 2 = 91.872 \cdot 2 = 183.744 \frac{м^3}{100мн^3} . \quad (4.2)$$

4.2.5 Визначаємо вміст азоту в повітрі за обсягом в $79/21 = 3,76$ раз більше, ніж зміст O_2 , том обсяг азоту $V_{N_2}^{e^0} = V_{O_2}^{e^0} \cdot 3.76$,

$$(4.3) V_{N_2}^{e^0} = 183.744 \cdot 3.76 = 690.877 \frac{м^3}{100мн^3} .$$

4.2.6 Обсяги CO_2 , N_2 і H_2O в продуктах згоряння:

$$\begin{aligned}
 V_{CO_2}^{0 np.c2.} &= V_{CH_4} = 91.872 \frac{м^3}{100мн^3} , \\
 V_{N_2}^{0 np.c2.} &= V_{N_2}^{e^0} = 690.877 \frac{м^3}{100мн^3} , \\
 V_{H_2O}^{0 np.c2.} &= 2 \cdot V_{CH_4} = 2 \cdot 91.872 = 183.744 \frac{м^3}{100мн^3} .
 \end{aligned}$$

Повний обсяг продуктів згоряння

$$V_{np.cг.}^0 = V_{CO_2 np.cг.}^0 + V_{N_2 np.cг.}^0 + V_{H_2O np.cг.}^0, \quad (4.4)$$

$$V_{np.cг.}^0 = 91.872 + 690.877 + 183.744 = 874.621 \frac{м^3 н}{100 мн^3}.$$

4.2.7 Поправка на вологовміст повітря, що надходить на горіння палива при $\alpha = 1.0$

$$\varepsilon' = \frac{B \cdot d_{\varepsilon}}{804}, \quad (4.5)$$

$$\varepsilon' = \frac{986.064 \cdot 7}{804} = 12,264 \frac{м^3 н}{100 м^3 н}.$$

4.2.8 Поправка на вологовміст повітря, що надходить на горіння палива, при $\alpha = 1,2$

$$\varepsilon'' = \frac{\alpha \cdot B \cdot d_{\varepsilon}}{804} = \alpha \cdot \varepsilon', \quad (4.6)$$

$$\varepsilon'' = 1,2 \cdot 12,264 = 19,528 \frac{м^3 н}{100 м^3 н}.$$

4.2.9 Теоретично необхідну кількість повітря для спалювання 1 м³н палива

$$V_{\varepsilon}^0 = \frac{B + \varepsilon'}{100}, \quad (4.7)$$

$$V_{\varepsilon}^0 = \frac{986.064 + 19,528}{100} = 9,874 \frac{м^3 н}{м^3 н}.$$

4.2.10 Справжнє кількість повітря, необхідного для спалювання 1 м³н палива

$$V_{\varepsilon}^{\varepsilon} = \frac{\alpha \cdot B + \varepsilon''}{100}, \quad (4.8)$$

$$V_{\varepsilon}^{\varepsilon} = \frac{1,2 \cdot 986.064 + 19,528}{100} = 11,842 \frac{м^3 н}{м^3 н}.$$

4.2.11 Дійсні обсяги компонентів продуктів згоряння при спалюванні 1 м³н палива

$$V_{CO_2}^{\partial} = \frac{\Gamma}{100}, \quad (4.9)$$

$$V_{CO_2}^{\partial} = \frac{105,732}{100} = 1.057 \frac{м^3 н}{м^3 н},$$

$$V_{O_2}^{\partial} = \frac{\alpha \cdot A - A}{100}, \quad (4.10)$$

$$V_{O_2}^{\partial} = \frac{207,157}{100} = 2,07 \frac{м^3 н}{м^3 н},$$

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		40

$$V_{N_2}^{\partial} = \frac{(\alpha \cdot B - B) + D}{100}, \quad (4.11)$$

$$V_{N_2}^{\partial} = \frac{1559,305}{100} = 15,593 \quad \frac{\text{м}^3 \text{Н}}{\text{м}^3 \text{Н}}$$

$$V_{H_2O}^{\partial} = \frac{E + \varepsilon''}{100}, \quad (4.12)$$

$$V_{H_2O}^{\partial} = \frac{227,351}{100} = 2,273 \quad \frac{\text{м}^3 \text{Н}}{\text{м}^3 \text{Н}}.$$

4.2.12 Дійсний обсяг продуктів згоряння при спалюванні 1 м³н палива

$$V_{np.cг.}^{\partial} = \frac{3 + \varepsilon''}{100}, \quad (4.13)$$

$$V_{np.cг.}^{\partial} = \frac{1289,001}{100} = 12,89 \quad \frac{\text{м}^3 \text{Н}}{\text{м}^3 \text{Н}}.$$

4.2.13 Об'ємні частки продуктів згоряє при спалюванні 1 м³н палива

$$r_i = \frac{V_i^{\partial}}{V_{np.cг.}^{\partial}}, \quad (4.14)$$

$$r_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}^{\partial}}{V_{np.cг.}^{\partial}} = \frac{1,057}{12,89} = 0,08.$$

Аналогічно:

$$r_{O_2} = \frac{2,07}{12,89} = 0,03,$$

$$r_{N_2} = \frac{15,593}{12,89} = 0,72,$$

$$r_{H_2O} = \frac{2,273}{12,89} = 0,17.$$

Сума

$$\Sigma r_i = 1.$$

4.2.14 Визначаємо нижчу робочу теплоту згоряння палива за формулою:

$$Q_H^P = \sum_{i=1}^n Q_{\text{екз}i} \cdot r_i, \quad (4.15)$$

де n — кількість компонентів, здатних окислюватися;

$Q_{\text{екз}i}$ — екзотермічний ефект від згоряння даного компонента.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		41

$$Q_I^D = 35840 \cdot 0,91872 + 63778 \cdot 0,03861 + 91263 \cdot 0,0099 +$$

$$+ 118648 \cdot 0,00396 + 146077 \cdot 0,00297 = 35203 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3_{\text{н}}}.$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

З кожним роком на промислових підприємствах впроваджуються нові установки і технологічні процеси, ростуть робочі потужності та ін. У зв'язку з цим зростає кількість факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я робочого персоналу. Даний розділ має на меті виявити ці фактори на об'єкті, який розглядається в дипломному проекті, а також передбачити технічні рішення щодо безпечної експлуатації котельні.

Тема дипломного проекту - «Реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу з використанням контактної - поверхневих теплогенераторів і сонячних колекторів».

Для виробництва гарячої води в котельні використовуються три теплогенератора типу ТГа - 0,9Гс виробництва фірми «ТД ЄВРОФОРМАТ».

Теплогенератор - це водонагрівач контактної - поверхневого типу, використовується для нагріву води до 85 С. Передача тепла від продуктів згоряння до води проходить під час їх безпосереднього контакту. Теплова потужність одного теплогенератора 900 кВт. Паливом є природний газ. Резервного палива не передбачено. Габарити теплогенератора L x B x H = 2633 x 1630 x 1420 мм. Вага теплогенератора - 950 кг

Теплогенератор працює при атмосферному тиску, тому не підлягає «котлонагляду».

Беручи до уваги тему дипломного проекту, в цьому розділі запропоновані питання безпеки експлуатації обладнання, виробництва і визначенні основи захисту пожежної безпеки.

5.1 Технічні рішення та організація захисту з безпеки експлуатації технологічного обладнання

5.1.1 Компонування обладнання

Компонування основного і допоміжного обладнання в приміщенні котельні виконана згідно "Правил будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів.

Навколо теплогенератори передбачена робоча зона для обслуговування його пристроїв в 1 м. Ширину. Компонування обладнання котельні передбачає можливість демонтажу і монтажу теплогенераторів типу ТГа-0,9Гс в умовах діючого виробництва. Для цих цілей передбачена таль (див. Розріз Б-Б).

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						43
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для видалення димових газів проектом передбачаються газоходи і димові труби індивідуально для кожного теплогенератора. Діаметр газоходів і димових труб - 400 мм, висота димових труб 20,0 м від рівня підлоги в котельні (див. Розрізи А-А, Б-Б).

Димові труби встановлюються безпосередньо на теплогенератор і кріпляться в стелі за допомогою фланця на відм. 4,500 м.

Теплогенератори ТГа-0,9Гс відповідають вимогам "Правила будови та безпечної ЕКСПЛУАТАЦІЇ парових та водогрійних котлів". і сертифіковані «Держнаглядохоронпраці України».

Автоматика теплогенератора забезпечує захист установки і відключення його в разі:

- переривання подачі води в теплогенератор;
- згасання факелу в топці;
- перевищення тиску газу або падіння тиску газу;
- перевищення температури газів, що відходять;
- падіння тиску повітря перед пальником нижче заданого;
- перевищення температури води на виході з теплогенератора вище заданої;

У теплогенераторі спалюється природний газ середнього тиску 40 кПа. До складу теплогенератора входить газовий пальник зі своєю автоматикою.

Система газопостачання котельні містить газопроводи продувки. Для забезпечення безпеки електронний пристрій управління пальником здійснює 10-секундну витримку перед запалюванням палива, необхідну для видалення повітря.

Запалювання палива відбувається автоматично за допомогою електричної іскри, яка утворюється при високовольтному розряді. Датчик наявності полум'я призначений для виявлення полум'я, яке забезпечує безпечну роботу пальника.

Температура газів в димовій трубі визначається за допомогою температурного датчика. Він встановлюється в самій трубі на виході з теплогенератора. Температурний датчик подає сигнал у разі, коли температура димових газів перевищує прийнятий максимальний показник ($t_{дг} = 65$ С).

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						44
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Циркуляційний насос вибирається з гідравлічних характеристик мережі, і значенням витрати води через теплогенератор. При виборі насоса необхідно враховувати, що теплогенератор працює під атмосферним тиском і насос повинен подолати гідравлічний опір мережі.

Циркуляційний насос встановлюється після теплогенератора. Насоси комплектуються запірної і запобіжної арматурою. Запобіжні клапани призначені для захисту насосів від надлишкового тиску, яке запобігає перевантаження електродвигунів насосів.

Для гідравлічного приводу діафрагм насосів в якості робочої рідини використовується масло. У гідравлічній системі насоса передбачений поплавковий вимикач, який подає сигнал на відключення теплогенератора при відхиленні рівня масла в картері насоса від заданого.

Управління теплогенераторами і циркуляційними насосами виконується з блоків автоматичного управління БАУ, які входять в комплект теплогенератора і встановлюються на рамі кожного. Біля кожного теплогенератора встановлюється блок автоматичного управління БАУ, який виконує загальне управління теплогенератором і допоміжним обладнанням (включення-виключення теплогенераторів, перерозподіл їх навантаження в залежності від технологічного споживання).

У приміщенні котельні встановлено газоаналізатор G - х - 4А.

Газоаналізатор має три датчика контролю загазованості, світлову індикацію і звукову сигналізацію аварії, а також вихід на аварійне відключення (спрацьовування клапана-відсікача) на трубопроводі природного газу.

5.1.2 Електробезпека

Тип електричних мереж, від яких живиться обладнання котельні, - чотирипровідні трифазні електричні мережі напругою 380 / 220В з глухозаземленою нейтраллю джерела струму(системи заземлення ТН-с). Відповідно до ПУЕ передбачаються заходи щодо попередження електротравм.

За ступенем надійності електропостачання електрообладнання котельні відповідає II категорії. За небезпекою електро травм помещеніе котельні відноситься до особливо небезпечних.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						45
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5.1.2.1 Технічні рішення щодо запобігання електротравм від дотику до нормально струмопровідних частин обладнання

Ізоляція нормально струмоведучих частин обладнання згідно з нормативами (опір ізоляції нового обладнання не менше 1 кім на 1 В напруги). Силові магістралі і розподільні мережі виконуються кабелями і проводами в трубах і металевих рукавах.

Прокладка кабелів і проводів передбачається;

- в котельному залі
- на кабельних конструкціях, встановленим відкрито на прогонах з швелерів, по конструкціях майданчиків, по стінах.

Для попередження ненормальних режимів роботи обладнання передбачається:

- вибір виконання апаратів і приладів, а також видів проводок згідно з вимогами ПУЕ, умовами навколишнього середовища
- вибір виконання апаратів і приладів, а також видів проводок згідно з вимогами ПУЕ, умовами навколишнього середовища;
- контроль наявності напруги.

-Напруга мережі переносного освітлення – 12 В.

Передбачається також захист від статичної електрики технологічного устаткування і трубопроводів вентиляційних систем.

5.1.3 Технічні рішення щодо запобігання електротравм при переході напруги на нормально нетоковедущие частини обладнання

Тип електричних мереж, від яких живиться обладнання котельні, - чотирьохпроводне трифазні електричні мережі напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю джерела струму. У зв'язку з цим передбачається занулення корпусів електроустаткування, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Забезпечується необхідна кратність струму короткого замикання (31.25).

Забезпечується цілісність нульового провідника і його провідність - за рахунок вибору необхідного перетину нульового провідника.

5.2 Технічні рішення та організації захисту з гігієни праці та виробничої санітарії

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						46
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Робота котельні передбачена без постійного перебування в ній обслуговуючого персоналу. Система автоматики котельні дозволяє без присутності обслуговуючого персоналу здійснювати контроль і регуляцію технологічних процесів.

Сервісне обслуговування котельні здійснює спеціалізоване підприємство. В котельні підтримуються необхідні параметри мікроклімату для забезпечення нормальних умов роботи котельні та періодичного перебування в ній обслуговуючого персоналу.

5.2.1 Мікроклімат [9]

Параметрами, які характеризують мікроклімат є:

- Температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання.

У зв'язку з високим рівнем автоматизації технологічних процесів постійних робочих місць в котельні і в електроприміщеннях не передбачено. Категорія робіт - легка 1б.

У таблицю 5.1 наведені значення параметрів мікроклімату відповідно с ДСН 3.3.6.042-99 [9].

Таблиця 5.1 – Оптимальні і граничні норми температури, відносної вологості та швидкості повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Оптимальне (приміщення щитової)			Допустиме (приміщення котельні)		
	t, °C	φ, %	v, м/с	t, °C	φ, %	v, м/с
Теплий	22-24	40-60	0,2	21-28	60	0,1-0,3
Холодний	21-23	40-60	0,1	20-24	75	0,1-0,2

Опалення приміщень котельні запроектовано з установкою місцевих нагрівальних приладів. Місцевими нагрівальними приладами передбачені чавунні радіатори марки МС-140-108, розташовані під вікнами. Біля нагрівальних приладів встановлені термостати, які регулюють

витрати теплоти на обігрів приміщення в залежності від зовнішньої температури.

Для виконання ремонтних робіт в холодний період року в котельні і в електрощитовій передбачено опалення місцевими нагрівальними приладами (калориферами) - для підтримки нормованої температури повітря в робочій зоні приміщення.

Для забезпечення в теплий період року оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні оператора котельні передбачені віконні побутові кондиціонери БК-1500.

Визначимо кількість кондиціонерів, які необхідно встановити в операторській для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату.

В операторській постійно знаходяться оператор і старший оператор. Згідно ДСН 3.3.6.042-99: температура повітря в приміщенні повинна бути оптимальною $t_{вн} = 22 \text{ C}$, відносна вологість повітря – $\phi = 50 \%$.

Кількість теплоти, яка надходить від внутрішніх джерел:

- теплота від однієї людини – $Q_{л} = 150 \text{ Вт}$;
- теплота від електроустаткування (комп'ютер тощо) – $Q_{об} = 300 \text{ Вт}$

відповідно загальна кількість теплоти

$$Q = 2 \cdot 150 + 300 = 600 \text{ Вт.} \quad (5.1)$$

Параметри зовнішнього

- температура $t_{зв} = 28,7 \text{ C}$;
- ентальпія $h_{зв} = 56,1 \text{ кДж/кг}$.

По про h-d діаграмі знаходимо ентальпію повітря в характерних точках:

точка 2 – $h_{п} = 40,3 \text{ кДж/кг}$;

точка 3 – $h_{в} = 43,2 \text{ кДж/кг}$.

Визначаємо кількість повітря, необхідне в операторській

$$L = \frac{0,6 \cdot 3600}{43,2 - 40,2} = 720 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

5.2.2 Освітлення

Необхідна освітленість робочих місць досягається за рахунок оптимального поєднання природного і штучного освітлення. При цьому штучне освітлення використовується в темний час доби, а в світлий час - тільки для місцевої по приладів з контрольними пристроями..

5.2.2.1 Природне освітлення

Як критерій природного освітлення приймається коефіцієнт природного освітлення - КПО. Значення КПО залежить за нормами від характеру зорової роботи, виду природного освітлення, а також від пояса світлового клімату. Згідно ДБНВ.2.5-28-2006 визначимо КПО для VIII-го розряду оглядових робіт.

Освітлення приміщень будівлі котельні виконані відповідно до вимог до збереження енергоресурсів в мінімальній кількості.

Віконні отвори заповнюються дерев'яними віконними блоками.

У зв'язку з вимогами до електроприміщень, віконні отвори електроприміщень заповнюються стеклоблоками.

Стіни в конторському приміщенні і приміщенні оператора передбачається обклеїти шпалерами світлого кольору. Стеля фарбується силікатної фарбою світлих тонів.

5.2.2.2 Штучне освітлення

В якості критеріїв оцінки штучного робочого освітлення прийняті: освітленість, показники дискомфорту, коефіцієнт пульсації освітленості.

Вибір мінімального освітлення виконаний згідно ПУЕ. Необхідна освітленість в котельному залі повинна бути 100 лк, в операторській - 150

Вибір освітлювальної арматури виконаний згідно з умовами середовища приміщень та їх призначень.

Проект передбачає чотири види електроосвітлення: робоче, аварійне, евакуаційне та ремонтне.

У котельному залі загальне освітлення виконано світильниками марки AVRK фірми PHILIPS. Кожен світильник має дві лампи потужність 36 Вт. Кількість світильників - 16 шт.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						49
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

В операторській освітлення виконано світильниками NOV 190.090 виробництва фірми PHILIPS. Кожен світильник має потужність 100 Вт. Кількість світильників - 12 шт.

Як аварійне освітлення використані світильники марки OA 9/11 виробництва фірми PHILIPS. Особливістю цих світильників є те, що вони мають акумуляторні батареї і, відповідно, розраховані на три години автономної роботи.

Харчування мережі робочого та аварійного освітлення передбачається від різних секцій розподільного щита.

Напруга мережі робочого та аварійного освітлення 380/220 В, ремонтного - 12 В.

5.2.2.3 Виробничий шум

Нормування шуму здійснюється за граничним спектром шуму, а також за рівнем шуму в залежності від типу приміщення, характеру роботи і характеру шуму. У першому випадку нормуються рівні звукового тиску в восьми октавних частотах для ГС-75 . Предельно можливий рівень звуку для робочих місць в котельні становить 80 дБА .

Проектом передбачаються заходи щодо зниження рівня шуму і вібрацій.

Джерелом шуму в котельно: теплогенератори (3 шт), а також циркуляційні насоси (2 шт).

У комплектну поставку насосів входять спеціальні звукоізолюючі кожухи. Корпус теплогенератора покритий ізоляційними матеріалами, які виконують тепло- і шумопоглинаючі функції. Крім того, великий обсяг приміщення призводить до поляризації звуку і зниження рівня звукового тиску до допустимих значень.

Трубопроводи з підвищеним рівнем шуму ізолюють звукопоглинальними матеріалами, а в місцях перетину їх зі стінами і перегородками будівлі встановлюють звукопоглинальні сальники.

5.3 Пожежна безпека

5.3.1 Технічні рішення системи попередження пожеж

Теплогенератори ТГа-0,9Гс відповідають вимогам "Правила будови та безпечної ЕКСПЛУАТАЦІЇ парових та водогрійних котлів". Паливом для котлів є природний газ з $Q_{н.р} = 33,5$ МДж / кг. Тиск газу перед пальниками котлів 40 кПа. За ходом руху газу кожен

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						50
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

теплогенератор оснащується Газообладнання, яке входить в комплектну поставку з котлом і складається з: електромагнітного клапана-відсікача, клапана, який регулює подачу на пальник в залежності від теплового навантаження на теплогенератор при необхідному співвідношенні газ-повітря.

Для забезпечення безпечних умов експлуатації теплогенераторів необхідно використовувати систему автоматичного захисту при виникненні аварійних ситуацій: пожежі, загазованості чадним газом (CO) або метаном (CH₄). Рекомендується застосування сигналізатора загазованості (CO) СГБ-1-4.02А, сигналізатора загазованості (CH₄) СГБ-01, пожежного датчика ІП 105, щита газопожежного захисту.

Система газопостачання котельні містить газопроводи продувки, для безпечного пуску теплогенераторів. Запобіжні пристрої теплогенератора забезпечують захист установки і відключення котла:

- переривання подачі води в котел;
- згасання факелу в топці;
- перевантаження електродвигуна циркуляційного насосу;
- перевищення тиску газу або падіння тиску газу;
- відхилення тиску повітря, який подається вентилятором;
- перевищення температури газів, що відходять.

Для забезпечення безпеки електронний пристрій управління пальником здійснює 10-секундну витримку перед запалюванням палива, необхідну для видалення повітря.

Запалювання палива відбувається автоматично за допомогою електричної іскри, яка утворюється при високовольтному розряді. Датчик наявності полум'я призначений для виявлення полум'я, яке забезпечує безпечну роботу пальника.

У приміщенні оператора встановлений газоаналізатор G - х - 4А. Газоаналізатор має три датчика контролю загазованості, світлову індикацію і звукову сигналізацію аварії, а також вихід на аварійне відключення (срабттивання клапана- отсекаателя) на трубопроводі природного газу.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		51

Відповідно до діючих правил, норм і рекомендацій передбачаються заходи щодо вибухопожежної безпеки:

- занулення корпусів електроустаткування, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції;
- захист від статичної електрики технологічного устаткування і трубопроводів вентиляційних систем;
- грозозахисту.

Вибір кабельно-провідникової продукції та її прокладка виконана згідно з класифікацією вибухопожежної зони приміщень, в яких вони прокладаються.

5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Проектом передбачені технічні рішення системи протипожежного захисту. Це комплекс заходів і засобів, які дозволяють об'явити пожежу, забезпечити умови для гасіння пожежі, евакуації персоналу котельні та збереження матеріальних цінностей.

Передбачаються заходи щодо забезпечення приміщень котельні засобами телефонізації, радіофікації, автоматичної пожежної сигналізації.

Побутові кондиціонери, а також технологічні системи обладнані автоматичною пожежною сигналізацією і зупиняються за сигналом "Пожежа". Можливо дистанційне централізоване вимикання вентиляційних систем на випадок пожежі.

Зовнішнє пожежогасіння виконується від пожежних гідрантів на внутрішньомайданчикових мережах заводу.

На вході в котельню передбачений водомірний вузол з водомірів типу УСВ-50, розрахований на пропускання необхідної витрати води під час пожежі. Введення $D = 80$ мм прокладається з пластмасових труб.

Внутрішня мережа господарського, питного і протипожежного водопроводу монтується зі сталевих водопровідних оцинкованих труб $D = 15-50$ мм. На внутрішній мережі передбачається встановлення пожежних кранів.

Для виходу на покрівлю будівлі передбачені ступені: один - залізобетонний і другий -

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						52
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

сталевий з нахилом 1: 1 до позначки 4,5 м і вище на покрівлю - вертикальна пожежна драбина 1-го типу з дугами з позначки 10,0 м (см. план на відмо. 7,200). Евакуаційні шляхи виконані відповідно в 1 м ширину і є два виходи з будівлі. При цьому другий евакуаційний вихід зроблений на металеву драбину з нахилом 1:1. Категорія приміщень котельні по вибухопожежобезпеки Г відповідно до технологічної частини проекту. Ступінь вогнестійкості будівлі прийнята II . Клас зон приміщень за вибухонебезпекою котельні прийнятий По-1а.

Вентиляційна шахта і електроприміщеннях відокремлені від залу котельні протипожежною перегородкою 1-го типу з протипожежними дверима.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						53
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Завданням дипломного проекту балу реконструкція котельні Вознесенського шкіряного заводу. Котельня повністю покриває потреби системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також технологічної потреби у воді.

В котельні встановлено три теплогенератора контактено - поверхневого типу з високим коефіцієнтом корисної дії (98%) одиничною потужністю 1000 кВт фірми «ТД ЄВРОФОРМАТ».

Особливістю даного обладнання є тривалий (до 20 років) ресурс експлуатації, інтегрування в нього сучасної мікропроцесорної техніки, що бере на себе повний контроль за роботою теплогенераторів і відпусткою тепла і гарячої води споживачу

В якості альтернативних джерел енергії було прийнято рішення встановити на даху котельні сонячні колектори, які зможуть забезпечити потреби гарячого водопостачання в сонячні дні.

Як насосного обладнання були підібрані сучасні відцентрові насоси італійської фірми Calpeda, що володіють високою надійністю і економічністю.

Котельня задовольняє всім нормативним документам з охорони праці. Проект передбачає всі необхідні заходи для забезпечення безпеки і надійної експлуатації.

					ТП 51 62 013 ПЗ	Арк.
						54
Изм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
2. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. - 52 с.
3. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с., ил.
4. Лебедев П.Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий: Учебн. пособие для вузов./ П.Д.Лебедев, А.А.Щукин, - М.: Энергия, 1970. – 408 с., ил.
5. Алабовский О. М. Проектування котелень промислових підприємств : курсове проектування з елементами САПР : навч. посібник для студентів вузів із спец. «Промислова теплотехніка» / О. М. Алабовський, М. Ф. Боженко, Ю. В. Хоренженко. – Київ : Вища школа, 1992. – 207 с.6. ДБН В. 2. 6 – 31 : 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2007-04-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 65 с.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011-11-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Подоба Ігор Владиславович
прізвище, ім'я, по-батькові

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва,журкала (номер,рік) або номер авторського свідоцтва,номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Акумуляування великого об'єму льоду та снігу	Друк	XVII-й міжнародній науково-практичній конференціїаспірантів, магістрантів, студентів"Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики"(23 - 26 квітня 2019 р.)	1 стор.	Пуховий І.І.

Список наукових праць студента Подоби І.В.:усього 1 найменування.Список наведений на 1 сторінці.

Автор

Подоба І.В.

Інтернет + Бібліотека

95.07% Оригінальність	4.93% Схожість	64 Джерела
-----------------------	----------------	------------

1. https://StudFiles.net/preview/6214623/page:3	1.32%
2. https://lektsii.org/15-4194.html	1.32%
3. https://studlib.info/tehnologii/1008551-zakritoi-sistemi-teplopostachannya	1.32%
4. http://ua-referat.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B...	1.22%
5. http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4...	0.72%
6. http://um.co.ua/4/4-7/4-798.html	0.72%
7. https://allrefrs.ru/1-61704.html	0.62%
8. http://um.co.ua/4/4-7/4-799.html	0.54%
9. http://um.co.ua/4/4-7/4-797.html	0.5%
10. http://ukrefs.com.ua/print:page,1,91782-Proektirovanie-kotel-noiy-promyshlennogo-predpriyatiya.h...	0.47%
11. https://ukrbukva.net/page,16,87925-Teplosnabzhenie-raiyona-goroda-ot-kotel-noiy.html	0.47%
12. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=6	0.43%
13. http://yaneuch.ru/cat_32/proektuvannya-gazifikovano-koteln-dlya-teplopostachannya/220057.2107...	0.41%
14. https://chat.stackoverflow.com/transcript/24727/2013/11/13/10-19	0.19%
15. http://stud.wiki/physics/2c0a65635a2ad68a4c43b89421216d26_0.html	0.19%
16. http://uadoc.zavantag.com/text/37469/index-1.html	0.16%
17. https://www.hueber.de/media/36/Schritte2_AB_Lektion11.pdf	0.16%
18. https://www.meritbadge.org/wiki/images/a/a7/Programming.pdf	0.16%
19. http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/3988/1/%2116Ved_khvorykh_kardiol_klin.pdf	0.16%
20. http://ecommons.luc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2761&context=luc_diss	0.16%
21. https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/hooibeekhoeve/Publicatie/Onderzo...	0.16%
22. https://allrefrs.ru/1-61705.html	0.16%
23. http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1946&context=etd	0.16%
24. http://edz.bib.uni-mannheim.de/www-edz/pdf/ef/03/ef0335en.pdf	0.16%
25. http://familyclub.org.ua/article/simejni-tsinnosti-vyznachajemo-zhyttjevi-priorytety-ta-orijentyry	0.16%
26. http://www.cogsci.ucsd.edu/~s6zhang/publications/paper174.pdf	0.16%
27. https://docplayer.ru/71368657-Himicheskoe-osazhdenie-iz-gazovoy-fazy-tonkih-plenok-dlya-elekt...	0.16%
28. https://www.bonloc-constructions.com/podkljuchenie-trehfaznogo-jelektrodvigatelja-na.htm	0.16%
29. https://ekonomiku.uni-pr.edu/getattachment/Lajmet/Lajmerim-per-pranimin-e-studenteve-te-rinj-ne...	0.16%
30. https://azdoc.pl/nederlands-in-gang.html	0.16%
31. http://commons.lib.jmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1444&context=master201019	0.16%
32. https://adoc.tips/meten-van-effecten-van-leefbaarheidsinvesteringen.html	0.16%
33. https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0a65635b2ad79b4d53b89421306d37_0.html	0.16%
34. https://www.999games.nl/kaartspellen	0.16%



Схожість



Цитата



Схожість з обраним джерелом



Посилання



Заміна літер абетки

				Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Приме- чание	
						Документація				
					ТП 51 62 13 ТМК	Компоновка обладнання				
						Обладнання				
				1		Теплогенератор ТГа 0,9	3			
				2		Газовая горілка Weishaupt	3			
				3		Циркуляційний насос				
						Calpeda	2			
				4		Насос технологічної води	1			
				5		Рециркуляційний насос				
							3			
				6		Насос горячего водопостачання				
							1			
				7		Пластинчатий теплообмінник				
						ТПР 0,3-2-ІІ-4-10	1			
				8		Коллектор прямої				
						мережної води	1			
				9		Коллектор сонячний	13			
				10		Бак аккумулятор	1			
						Арматура				
				11		Фільтр січастий	4			
				12		Клапан електромагнітний				
						Ду80	3			
				ТП 51 62 013 ТМК.С						
				Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
				Студент	Подоба					
				Руководит.	Пуховой					
				Н.Контр.	Боженко					
				Осмотр						
				Заф. каф	Варламов					
				Котельня. Реконструкція				Стадия	Лист	Листов
								ДП	1	2
								НТУУ "КПІ ім.І.Сікорського", ТЗФ Кафедра ТПТ		

[illegible]